

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 03-223715

(43)Date of publication of application : 02.10.1991

(1)Int.Cl. G02F 1/133  
G02F 1/137

(1)Application number : 02-074149 (71)Applicant : SEIKO EPSON CORP

(2)Date of filing : 24.03.1990 (72)Inventor : OKUMURA OSAMU

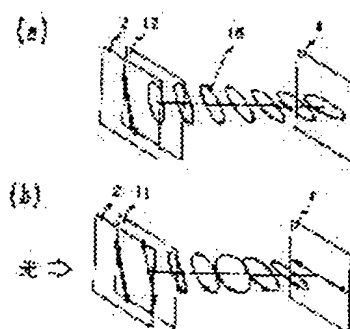
(3)Priority  
Priority number : 01319261 Priority date : 08.12.1989 Priority country : JP

## (4) LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT

### (7)Abstract:

**PURPOSE:** To make a display bright and prevent the display from being viewed double by using such liquid crystal that light which is incident on liquid crystal cell and reaches a reflecting plate center a almost linear polarized state.

**CONSTITUTION:** Various conditions of the liquid crystal cell are determined so that the light which is incident on the liquid crystal cell 1 and reaches the reflecting plate 4 becomes linear polarized light. The incident light is polarized linearly by a polarizing plate 2 and generally changes into elliptic polarized light while having a phase difference because of the birefringence of liquid crystal molecules. The light becomes linear polarized light when reaching the reflecting plate. On the return path where the light travels while reflected, the light travels having exactly the same polarization change with that on the going path to become the original linear polarized light again, so that the light can pass through the polarizing plate without any loss of the quantity of light. Consequently, the display is bright, coloring is small, and the display is prevented from being viewed double.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the

examiner's decision of rejection or application

converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

平3-223715

⑬ Int. Cl.<sup>9</sup>

G 02 F 1/133  
1/137

識別記号

5 0 0

庁内整理番号

8806-2H  
8806-2H

⑭ 公開 平成3年(1991)10月2日

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全17頁)

⑮ 発明の名称 液晶表示素子

⑯ 特 願 平2-74149

⑰ 出 願 平2(1990)3月24日

優先権主張 ⑱ 平1(1989)12月8日 ⑲ 日本(JP) ⑳ 特願 平1-319261

㉑ 発 明 者 奥 村 治 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

㉒ 出 願 人 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

㉓ 代 理 人 弁理士 鈴木 喜三郎 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

液晶表示素子

2. 特許請求の範囲

(1) 対向する2枚の基板間にツイスト配向した液晶を挟持してなる液晶セルと、1枚の偏光板と、1枚の反射板とを備えた液晶表示素子において、該液晶セルに入射し反射板に達した光が、ほぼ直線偏光の状態になるような液晶を用いたことを特徴とする液晶表示素子。

(2) 前記液晶セルにおいて、液晶のツイスト角が0度以上70度以下であり、液晶の複屈折率 $\Delta n$ とセルギャップ $d$ との積であるリターデーション $\Delta n \times d$ の値が0.2 $\mu m$ 以上0.7 $\mu m$ 以下であり、偏光板の偏光軸(吸収軸あるいは透過軸)方向が上基板における液晶配向方向となす角度 $\theta$ が、液晶のねじれ方向を正として、35度以上115度以下であることを特徴とする請求項1記載

の液晶表示素子。

(3) 前記液晶セルにおいて、液晶のツイスト角が170度以上270度以下であり、 $\Delta n \times d$ 値が0.4 $\mu m$ 以上1.0 $\mu m$ 以下であることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

(4) 前記液晶セルの2枚の基板のうち、少なくとも一方の基板の液晶側表面に、段差0.1 $\mu m$ 以上2 $\mu m$ 以下の凹凸を有することを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

(5) 前記反射板が、前記液晶セル基板の液晶側表面に設けられていることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は反射型の液晶表示素子に関する。

〔従来の技術〕

従来の反射型TNモードや反射型STNモードは、バックライトが不要で消費電力が小さいため、携帯型のパーソナルコンピュータやワードプロセ

ッサ等に幅広く採用されている。

第27図に、従来の反射型TNモードや反射型STNモードを用いた液晶表示素子の断面図を示す。従来の液晶表示素子は、液晶セル1と、これを挟んで両側に配置した偏光板2と3、そして偏光板3の外側に設けられる反射板4とから成り立っていた。

[発明が解決しようとする課題]

しかしながら、従来の反射型TNモードや反射型STNモードを用いた液晶表示素子には、表示が暗いという課題があった。特に反射型STNモードの場合には、表示の着色も課題になっていた。さらには反射型モード特有の、表示が二重に見えるという課題もあった。

第28図に、従来の反射型STN液晶表示素子の、電界オフ時とオン時の分光特性を示した。図中41は電界オフ時の、また42は電界オン時の分光特性である。但しセル条件は、ツイスト角が255度、 $\Delta n \times d$ が0.85 $\mu\text{m}$ 、偏光軸方向とラビング方向とのなす角度が45度である。S

2 $\mu\text{m}$ 以上0.7 $\mu\text{m}$ 以下であり、角度 $\theta$ が35度以上115度以下であることを特徴とする。より好ましくは、ツイスト角が30度以上70度以下であり、 $\Delta n \times d$ 値が0.25 $\mu\text{m}$ 以上0.64 $\mu\text{m}$ 以下であり、角度 $\theta$ が58度以上111度以下であることが望ましい。

また、前記液晶セルにおいて、液晶のツイスト角が170度以上270度以下であり、 $\Delta n \times d$ 値が0.4 $\mu\text{m}$ 以上1.0 $\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする。より好ましくは、ツイスト角が175度以上210度以下であり、 $\Delta n \times d$ 値が0.51 $\mu\text{m}$ 以上0.75 $\mu\text{m}$ 以下であり、角度 $\theta$ が42度以上71度以下であるか、あるいはツイスト角が250度以上265度以下であり、 $\Delta n \times d$ 値が0.55 $\mu\text{m}$ 以上0.98 $\mu\text{m}$ 以下であり、角度 $\theta$ が-2度以上30度以下であることが望ましい。

また、前記液晶セルの2枚の基板のうち、少なくとも一方の基板の液晶側表面に、段差0.1 $\mu\text{m}$ 以上2 $\mu\text{m}$ 以下の凹凸を有することを特徴とす

TNモードは、このようにオフ時に黄緑、オン時に青と、表示の着色が著しい上、視感反射率も65%と低く、視認性に劣っていた。

本発明はこのような課題を解決するもので、その目的とするところは、新しい反射型液晶モードを導入することによって、明るく、色付きが少なく、しかも表示が二重に見えない液晶表示素子を提供することにある。

[課題を解決するための手段]

本発明の液晶表示素子は、対向する2枚の基板間にツイスト配向した液晶を挟持してなる液晶セルと、1枚の偏光板と、1枚の反射板とを備えた液晶表示素子において、該液晶セルに入射し反射板に達した光が、ほぼ直線偏光の状態になるような液晶を用いたことを特徴とする。より好ましくは、反射板に達した光の偏光方向が、該反射板に隣接する液晶分子の長軸方向とほぼ平行あるいは垂直の関係にあることが望ましい。

また、前記液晶セルにおいて、液晶のツイスト角が0度以上70度以下であり、 $\Delta n \times d$ 値が0.

る。

また、前記反射板が、前記液晶セル基板の液晶側表面に設けられていることを特徴とする。

なお、以上の数値限定の根拠については、以下の作用の項において、詳しく述べる。

[作用]

本発明の液晶表示素子では、特に明るさの改良を重視し、従来2枚用いていた偏光板を1枚とした。偏光板を1枚とすることによって、少なくとも偏光板の効率分だけ明るくなり、これだけでも約12%の明るさ向上が見込まれる。

さらに理想的な明るさを得るためには、偏光板を通過して液晶セルに入射した直線偏光が、液晶層を2回通過して再び同じ直線偏光の状態で偏光板を通過する必要がある。ところがこのような偏光の変化は、限られた条件のもとでしか生じない。この条件を鋭意検討した結果、液晶セルに入射し反射面に到達した光が直線偏光になるように、液晶セルの諸条件を整えればよいことが判明した。

第4図に基づいて詳しく説明する。第4図(a)

は、液晶分子の配向を示す図であり、2は偏光板、11は上基板、16は液晶分子、4は反射板である。一方、第4図(b)は、偏光状態の変化を示す図である。左方から入射した光は偏光板2によって直線偏光となる。次に液晶分子の複屈折性によって位相差を生じながら、一般的には楕円偏光に変化する。この光が反射板に到達したときに、図のような直線偏光になっていると、光が反射されて左方に進む復路において、往路と全く同じ偏光変化をたどって元の直線偏光に戻り、光量の損失無しに偏光板を通過することができる。

この現象は次のように説明できる。第5図(a)に示した本発明の反射型液晶モードは、第5図(b)の透過型液晶モードと光学的に等価である。この第5図(b)は、反射板が存在した面17に対称になるように液晶分子と偏光板を配置したものである。

ところで、リターデーションが等しい2枚の位相差板を、光学的な異常軸が直交するように重ね合わせると、位相差板の位相差が補償される現象

さて、液晶セルに入射し反射面に到達した光がほぼ直線偏光となるセル条件は決して少なくない。ところがその全ての条件が液晶表示体として使えるわけではなく、電圧を印加したときに十分なコントラスト比が得られるセル条件は、さらに限定される。

例えばツイスト角が60度のときに、液晶セルに入射し反射面に到達した光がほぼ直線偏光になるセル条件の範囲は、第8図のハッチングで示した領域である。一方第12図は、同じくツイスト角が60度のときに、良好なコントラスト比が得られるセル条件の範囲を示す図である。但し、ここで横軸はリターデーション $\Delta n \times d$ であり、縦軸は偏光板の偏光軸方向が上基板の液晶の配向方向となす角度 $\theta$ である。また51、52、53は、それぞれ1:20、1:10、1:5以上のコントラスト比が取れる領域である。ここで角度 $\theta$ には、90度の整数倍を加えても全く同じ結果が得られるので、これらの図においては、0度と90度が連続していると考えてよい。

は、古くからよく知られている。この原理を液晶表示素子に応用したのが、特公昭84-519号等で提案されているニューツイステッドネマテックモード(以下NTNモードと呼ぶ)である。NTNモードは、リターデーションが等しく、ツイスト方向が逆の関係にある2枚の液晶セルを積層したモードである。第5図(c)は、その液晶分子配列を示す図であって、液晶層の中心面17に対称な位置関係にある一対の液晶分子が互いに直交しており、まさに上記の原理によって、補償がなされている。

反射型の液晶表示素子において、入射した直線偏光が同じ直線偏光の状態で出射するためには、(b)図の液晶分子配列が、(c)図のそれと同様の働きをする必要がある。本発明人は液晶層の中心面17において、光が直線偏光の状態にある時に、この条件が満たされることを発見した。これは、液晶セルを挟む一対の偏光板を90度回転させても、その光学特性に変化が無い事実から、容易に確かめられる。

さて、第12図より、60度ツイストの場合には、 $\Delta n \times d = 0$ 、 $4.6 \mu m$ 、 $\theta = 4$ 度でコントラスト比が最大になり、十分なコントラスト比が得られるセル条件は、その近傍に限られていることがわかる。

このように、液晶セルに入射し反射面に到達した光がほぼ直線偏光になるという条件は、良好な表示を得る上での十分条件ではないが、必要条件であるとは云える。

同様に、0度から270度の各ツイスト角において、コントラスト比が最大になるセル条件を調べ、第8図にまとめた。

第7図は、第8図の各条件下で得られる液晶セルの光学特性をまとめたものである。横軸は液晶のツイスト角であり、縦軸は上から順にコントラスト比C.R.、オフ時の視感反射率 $Y_{off}$ 、そして色付きの度合い $\Delta E$ である。 $Y_{off}$ は偏光板を貼った反射板の明るさを100%としているが、表面反射の影響で、最大でも85%程度にしかならない。また $\Delta E$ は、 $CIE1978L^*A^*B^*$ 表色

系における値であり、この値が小さいほど表示のコントラスト比が小さいことを示している。

第7図より、高画質ディスプレイとして十分な1:10以上のコントラスト比を得るためには、ツイスト角が0度以上70度以下であるか、あるいは170度以上265度以下の範囲にあることが必要である。なおツイスト角が265度以上270度以下の場合は、コントラスト比が1:6程度にまで低下するが、しかしその電気光学特性は急峻性で大容量ディスプレイに適しているため、十分実用になる。

また、特にツイスト角が30度以上70度以下であるか、175度以上210度以下であるか、250度以上265度以下である場合には、表示の色付きも少なくなるため、より良好な表示が可能である。

なお、前述の請求の範囲、並びに課題を解決するための手段の項において、ツイスト角範囲の限定に伴い、 $\Delta n \times d$ 値と角度 $\theta$ も限定したが、こ

ントラスト比の低下が著しい。これは、第12図において、 $\Delta n = 0.08$ という一般的な液晶を用いたときに生じる、 $0.16 \mu m$ という $\Delta n \times d$ 値のばらつきを考慮すれば、容易に理解できる。

以下、実施例により本発明の詳細を示す。

#### [実施例]

##### (実施例1)

第1図は、本発明の液晶表示素子の断面図である。図中、1は液晶セル、2は偏光板、4は反射板である。また、11は上基板、12は下基板、13は透明電極、15は液晶である。液晶は、メルク社製のZLI-4472 ( $\Delta n = 0.0871$ )を用い、セルギャップ5.3  $\mu m$ の液晶セルにツイスト配向させた。リターデーション $\Delta n \times d$ は0.48  $\mu m$ である。

第3図は、本発明の液晶表示素子の各軸の関係を、観察方向から見た図である。21は偏光板2の偏光軸方向、22は上基板のラビング方向、23は下基板のラビング方向である。また、31は21が22となす角度 $\theta$ （液晶のツイスト方向が

た第6図と、各ツイスト角において良好なコントラスト比を示すセル条件の範囲を示した第9図～第23図をその根拠としている。なお第9図～第23図においては、51、52、53が、それぞれコントラスト比1:20、1:10、1:5の等コントラスト曲線になっており、通常の表示には1:5以上、高画質表示には1:10以上のコントラスト比が必要であると判断した。

一方、液晶セルの内面に凹凸を設けると、表示の色付きを、さらに軽減することができる。これは液晶層厚の変化によって着色が平均化される効果である。また、特に凹凸のある金属膜をセル内面に設けた場合には、これが無指向反射板を兼ねて、表示が二重に見えるという問題を解決することもできる。ところが、凹凸の段差が0.1  $\mu m$ 未満の場合には、表示の色付き軽減の効果が殆ど無い上に、金属膜も無指向性を示さずに鏡面になってしまう。また、段差が2  $\mu m$ を超えた場合には、液晶の色付きがかえって大きくなる上に、コ

正の値)を、32は液晶のツイスト角を示す。ここでは角度 $\theta$ を4度、ツイスト角を左60度に設定した。

第24図は、以上の条件の下で作製した液晶表示素子の分光特性を示す図である。図中41は電界オフ時の、また42は電界オン時の分光特性である。オフ時の視感反射率 $Y_{off}$ は81%と高く、しかもその表示色は白に近い。またオン時の視感反射率も2.4%と低いため、最大取り得るコントラスト比C.R.は、1:34である。

本実施例の液晶表示素子は、ツイスト角が60度と小さいが、その電圧透過率特性の急峻性は通常のツイステッドネマチックモードと同程度であって、1/2デューティ～1/16デューティのマルチプレックス駆動も可能である。

第12図には、ツイスト角が本実施例と同じ60度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。なお、角度 $\theta$ には、90度の整数倍を加えても全く同じ結果が得られる。従って $\theta = -10$ 度は、 $\theta = 80$ 度や、 $\theta =$

170度の場合と等価である。また、図中の51、52、53は、それぞれコントラスト比1:20、1:10、1:5の等コントラストカーブである。

これらの等コントラストカーブの内側では、それぞれ良好な表示が期待できる。例えば、 $\Delta n \times d = 0.60 \mu\text{m}$ で $\theta = 18$ 度の時には、C.R. = 1:16、Yoff = 80%である。また、 $\Delta n \times d = 0.34 \mu\text{m}$ で $\theta = -6$ 度の時には、C.R. = 1:10、Yoff = 71%である。また、 $\Delta n \times d = 0.48 \mu\text{m}$ で $\theta = -6$ 度の時には、C.R. = 1:6、Yoff = 84%である。

逆にカーブの外側では、良好な表示ができない。例えば、 $\Delta n \times d = 0.28 \mu\text{m}$ で $\theta = -12$ 度の時には、C.R. = 1:3、Yoff = 62%である。また、 $\Delta n \times d = 0.72 \mu\text{m}$ で $\theta = 4$ 度の時には、C.R. = 1:2、Yoff = 76%である。また、 $\Delta n \times d = 0.40 \mu\text{m}$ で $\theta = 30$ 度の時には、C.R. = 1:0.4、Yoff = 24%である。

従って、ツイスト角60度の場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が0.3 $\mu\text{m}$ 以上0.7 $\mu\text{m}$ 以下

00度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。

51、52、53の各等コントラストカーブの内側では、それぞれ良好な表示が期待できる。例えば、 $\Delta n \times d = 0.66 \mu\text{m}$ で $\theta = 64$ 度の時には、C.R. = 1:11、Yoff = 75%である。また、 $\Delta n \times d = 0.58 \mu\text{m}$ で $\theta = 52$ 度の時には、C.R. = 1:8、Yoff = 77%である。

逆にカーブの外側では、良好な表示ができない。例えば、 $\Delta n \times d = 0.70 \mu\text{m}$ で $\theta = 46$ 度の時には、C.R. = 1:2、Yoff = 62%である。また、 $\Delta n \times d = 0.5 \mu\text{m}$ で $\theta = 90$ 度の時には、C.R. = 1:0.3、Yoff = 19%である。

従って、ツイスト角200度の場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が0.48 $\mu\text{m}$ 以上0.72 $\mu\text{m}$ 以下に、角度 $\theta$ が48度以上70度以下に収まっている必要がある。

#### (実施例3)

実施例3の液晶表示素子も実施例1と同様の構成である。但し、第1図の液晶セル1には、メル

に、角度 $\theta$ が-13度以上25度以下に収まっている必要がある。

#### (実施例2)

実施例2の液晶表示素子も実施例1と同様の構成である。但し、第1図の液晶セル1には、メルク社製のZLI-4436( $\Delta n = 0.1100$ )を用いた。セルギャップは5.4 $\mu\text{m}$ であり、リターデーション $\Delta n \times d$ は0.59 $\mu\text{m}$ である。また、第3図において、角度 $31(\theta)$ を60度、ツイスト角 $32$ を左200度に設定した。

第25図は、以上の条件の下で作製した液晶表示素子の分光特性を示す図である。オフ時の視感反射率Yoffは70%と比較的高く、しかもその表示色は白に近い。またオン時の視感反射率も3.3%と低いため、最大取り得るコントラスト比C.R.は、1:21である。

本実施例の液晶表示素子は、実施例1の液晶表示素子よりもツイスト角が大きい分だけ急峻であり、マルチプレックス駆動に適している。

第17図には、ツイスト角が本実施例と同じ2

ク社製のZLI-4427( $\Delta n = 0.1127$ )を用いた。セルギャップは6.6 $\mu\text{m}$ であり、リターデーション $\Delta n \times d$ は0.74 $\mu\text{m}$ である。ここで、配向膜には日産化学工業社製のポリイミドRN-721を用い、レーヨン植毛布の回転ラビングによって液晶に約10度のプレチルト角を与えた。また、第3図において、角度 $31(\theta)$ を14度、ツイスト角 $32$ を左255度に設定した。

第26図は、以上の条件の下で作製した液晶表示素子の分光特性を示す図である。オフ時の視感反射率Yoffは79%と高く、しかもその表示色は白に近い。またオン時の視感反射率も3.2%と低いため、最大取り得るコントラスト比C.R.は、1:25である。

本実施例の液晶表示素子は、ツイスト角が255度と大きく電圧透過率特性の急峻性が非常に良かったため、1/480デューティのマルチプレックス駆動を行っても、1:18という高い表示コントラストが得られた。

第20図には、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。

51、52、53の各等コントラストカーブの内側では、それぞれ良好な表示が期待できる。例えば、 $\Delta n \times d = 0.70 \mu m$ で $\theta = 55$ 度の時には、 $C.R. = 1:11$ 、 $Y_{off} = 78\%$ である。また、 $\Delta n \times d = 0.90 \mu m$ で $\theta = 28$ 度の時には、 $C.R. = 1:9$ 、 $Y_{off} = 71\%$ である。

逆にカーブの外側では、良好な表示ができない。例えば、 $\Delta n \times d = 0.50 \mu m$ で $\theta = 55$ 度の時には、 $C.R. = 1:1$ 、 $Y_{off} = 81\%$ である。また、 $\Delta n \times d = 1.1 \mu m$ で $\theta = 30$ 度の時には、 $C.R. = 1:3$ 、 $Y_{off} = 63\%$ である。

従って、ツイスト角255度の場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が $0.52 \mu m$ 以上 $0.98 \mu m$ 以下に、角度 $\theta$ が $-4$ 度以上 $32$ 度以下に収まっている必要がある。

(実施例4)

第2図は、本実施例の液晶表示素子の断面図で

ツイスト角が大きく $d/p$ マージン( $d$ :セルギャップ、 $p$ :自発ピッチ)が狭い場合には有効である。

このように、反射板を液晶セルの中に設けることによって、従来の反射型液晶表示素子に特有の、表示が二重に見えるという問題を解決することができる。さらに液晶厚の微小なばらつきが、表示色を平均化し、色付きを少なくするという副次的な効果もある。なおこの場合の $0.5 \mu m$ という液晶厚のばらつきは、 $\Delta n \times d$ 値の $0.04 \mu m$ に相当するが、この程度のばらつきがコントラスト比に殆ど影響を及ぼさないことは、第12図より明らかである。

(実施例5)

実施例1において、ツイスト角を $0$ 度、 $\Delta n \times d$ を $0.28 \mu m$ 、角度 $\theta$ を $44$ 度にした以外は、実施例1と同様にした。この時 $C.R. = 1:27$ 、 $Y_{off} = 76\%$ であった。

本実施例の液晶表示素子は、ツイスト角が $0$ 度であるということで、製造が容易であるという特

また、11は上基板、12は下基板、13は透明電極、14は画素電極を兼ねた反射膜、15は液晶である。液晶セルの条件は実施例1と同様に、液晶としてZLI-4472( $\Delta n = 0.0871$ )を用いて平均の $\Delta n \times d$ を $0.46 \mu m$ とし、ツイスト角を $60$ 度、角度 $\theta$ を $4$ 度にした。

反射膜14は、表面凹凸 $0.5 \mu m$ のすりガラスの表面に、スパッタ法により金属アルミニウム薄膜を設けたものであり、指向性の少ない反射特性を有する。なお、金属としてはアルミニウムの他にニッケルやクロム等の銀白色を有する材料ならば何でもよく、表面凹凸は金属の表面を荒く研磨したり、薬品処理を行うことによって設けてもよい。

この反射膜を梯形等にパターン形成する場合には、この金属薄膜を直接パターンニングする方法と、金属薄膜上に絶縁物を介して透明電極を設け、この透明電極をパターンニングする方法とがある。この絶縁物は、表面凹凸を緩和する効果があるため、

微がある。

第9図には、ツイスト角が $0$ 度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が $0.22 \mu m$ 以上 $0.32 \mu m$ 以下に、角度 $\theta$ が $34$ 度以上 $55$ 度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

(実施例6)

実施例1において、ツイスト角を $30$ 度、 $\Delta n \times d$ を $0.30 \mu m$ 、角度 $\theta$ を $68$ 度にした以外は、実施例1と同様にした。この時 $C.R. = 1:32$ 、 $Y_{off} = 78\%$ であった。

第10図には、ツイスト角が $30$ 度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が $0.22 \mu m$ 以上 $0.39 \mu m$ 以下に、角度 $\theta$ が $55$ 度以上 $77$ 度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

(実施例7)

実施例1において、ツイスト角を $45$ 度、 $\Delta n$

$\times d$ を0.34 $\mu\text{m}$ 、角度 $\theta$ を76度にした以外は、実施例1と同様にした。この時C.R.=1:34、Yoff=80%であった。

第11図には、ツイスト角が45度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が0.25 $\mu\text{m}$ 以上0.50 $\mu\text{m}$ 以下に、角度 $\theta$ が64度以上94度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

#### (実施例8)

実施例1において、ツイスト角を70度、 $\Delta n \times d$ を0.48 $\mu\text{m}$ 、角度 $\theta$ を8度にした以外は、実施例1と同様にした。この時C.R.=1:10、Yoff=81%であった。

第13図には、ツイスト角が70度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が0.38 $\mu\text{m}$ 以上0.61 $\mu\text{m}$ 以下に、角度 $\theta$ が-6度以上21度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

$\theta$ が37度以上57度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

#### (実施例11)

実施例2において、ツイスト角を180度、 $\Delta n \times d$ を0.68 $\mu\text{m}$ 、角度 $\theta$ を50度にした以外は、実施例2と同様にした。この時C.R.=1:18、Yoff=74%であった。

本実施例の液晶表示素子は、表示の色付きが少ないという点で、実施例2の液晶表示素子よりも優秀である。

第16図には、ツイスト角が180度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が0.55 $\mu\text{m}$ 以上0.79 $\mu\text{m}$ 以下に、角度 $\theta$ が40度以上60度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

#### (実施例12)

実施例2において、ツイスト角を190度、 $\Delta n \times d$ を0.62 $\mu\text{m}$ 、角度 $\theta$ を54度にした以外は、実施例2と同様にした。この時C.R.=1

#### (実施例9)

実施例2において、ツイスト角を170度、 $\Delta n \times d$ を0.72 $\mu\text{m}$ 、角度 $\theta$ を46度にした以外は、実施例2と同様にした。この時C.R.=1:13、Yoff=87%であった。

第14図には、ツイスト角が170度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が0.60 $\mu\text{m}$ 以上0.82 $\mu\text{m}$ 以下に、角度 $\theta$ が37度以上55度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

#### (実施例10)

実施例2において、ツイスト角を175度、 $\Delta n \times d$ を0.70 $\mu\text{m}$ 、角度 $\theta$ を48度にした以外は、実施例2と同様にした。この時C.R.=1:16、Yoff=71%であった。

第15図には、ツイスト角が175度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が0.58 $\mu\text{m}$ 以上0.81 $\mu\text{m}$ 以下に、角度

:21、Yoff=74%であった。

#### (実施例13)

実施例2において、ツイスト角を210度、 $\Delta n \times d$ を0.58 $\mu\text{m}$ 、角度 $\theta$ を66度にした以外は、実施例2と同様にした。この時C.R.=1:20、Yoff=64%であった。

第18図には、ツイスト角が210度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が0.46 $\mu\text{m}$ 以上0.71 $\mu\text{m}$ 以下に、角度 $\theta$ が54度以上76度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

#### (実施例14)

実施例2において、ツイスト角を225度、 $\Delta n \times d$ を0.56 $\mu\text{m}$ 、角度 $\theta$ を76度にした以外は、実施例2と同様にした。この時C.R.=1:20、Yoff=54%であった。

#### (実施例15)

実施例3において、ツイスト角を240度、 $\Delta n \times d$ を0.62 $\mu\text{m}$ 、角度 $\theta$ を-2度にした以

外は、実施例2と同様にした。この時C.R.=1:23、Yoff=62%であった。

(実施例16)

実施例3において、ツイスト角を250度、 $\Delta n \times d$ を0.70 $\mu$ m、角度 $\theta$ を8度にした以外は、実施例3と同様にした。この時C.R.=1:27、Yoff=74%であった。

第19図には、ツイスト角が250度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が0.51 $\mu$ m以上1.05 $\mu$ m以下に、角度 $\theta$ が-7度以上35度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

(実施例17)

実施例3において、ツイスト角を260度、 $\Delta n \times d$ を0.74 $\mu$ m、角度 $\theta$ を16度にした以外は、実施例3と同様にした。この時C.R.=1:16、Yoff=80%であった。

本実施例の液晶表示素子は、表示の色付きが少ないという点で、実施例3の液晶表示素子よりも

良い表示を得る上で不可欠である。

(実施例19)

実施例3において、ツイスト角を270度、 $\Delta n \times d$ を0.70 $\mu$ m、角度 $\theta$ を18度にした以外は、実施例3と同様にした。この時C.R.=1:6、Yoff=80%であった。

本実施例の液晶表示素子は、電気光学特性の急峻性が良いという点で、実施例3や実施例16、実施例17の液晶表示素子よりも優秀である。

第23図には、ツイスト角が270度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が0.64 $\mu$ m以上0.81 $\mu$ m以下に、角度 $\theta$ が12度以上26度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

(比較例1)

実施例1において、ツイスト角を75度、 $\Delta n \times d$ を0.48 $\mu$ m、角度 $\theta$ を10度にした以外は、実施例1と同様にした。この時C.R.=1:6、Yoff=81%であった。この特性はこのツイ

優秀である。

第21図には、ツイスト角が260度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が0.55 $\mu$ m以上0.96 $\mu$ m以下に、角度 $\theta$ が0度以上32度以下に収まっていることが、良い表示を得る上で不可欠である。

(実施例18)

実施例3において、ツイスト角を265度、 $\Delta n \times d$ を0.74 $\mu$ m、角度 $\theta$ を18度にした以外は、実施例3と同様にした。この時C.R.=1:10、Yoff=81%であった。

本実施例の液晶表示素子は、表示の色付きが少ないという点で、実施例3や実施例16の液晶表示素子よりも優秀である。

第22図には、ツイスト角が265度のときに、良好な表示コントラストが得られるセル条件の範囲を示した。この場合には、少なくとも $\Delta n \times d$ 値が0.57 $\mu$ m以上0.90 $\mu$ m以下に、角度 $\theta$ が4度以上30度以下に収まっていることが、

スト角で取れる最良のものであり、1:5以上のコントラスト比が取れる条件範囲は非常に狭い。これは本発明の請求の範囲外であり、このような条件では満足な表示を行うことができない。

(比較例2)

実施例2において、ツイスト角を165度、 $\Delta n \times d$ を0.78 $\mu$ m、角度 $\theta$ を46度にした以外は、実施例2と同様にした。この時C.R.=1:10、Yoff=61%であった。また表示の色付きが実施例10等と比較して著しく大きい。これは本発明の請求の範囲外であり、このような条件では満足な表示を行うことができない。

(比較例3)

実施例3において、ツイスト角を285度、 $\Delta n \times d$ を0.70 $\mu$ m、角度 $\theta$ を20度にした以外は、実施例3と同様にした。この時C.R.=1:2、Yoff=82%であった。この特性はこのツイスト角で取れる最良のものである。これは本発明の請求の範囲外であり、このような条件では満足な表示を行うことができない。

尚、以上の実施例においては、ツイスト角は5度単位の離散的な値を取っているが、これは単に実験の都合によるものである。ツイスト角による特性の変化は連続的なものであるから、請求項等で示したツイスト角範囲で、どの値を取ってもかまわない。

#### [発明の効果]

以上述べたように、本発明によれば、新しい反射型液晶モードを導入することにより、明るく色付きの少なく、しかも表示が二重に見えない液晶表示素子を提供することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は、本発明の実施例1～3及び実施例5～19及び比較例1～3における液晶表示素子の断面図である。

第2図は、本発明の実施例4における液晶表示素子の断面図である。

第3図は、本発明の液晶表示素子の各軸の関係を示す図である。

示す図である。

第10図は、ツイスト角が30度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第11図は、ツイスト角が45度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第12図は、ツイスト角が60度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第13図は、ツイスト角が70度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第14図は、ツイスト角が170度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第15図は、ツイスト角が175度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第16図は、ツイスト角が180度のときに、

第4図は、本発明の液晶表示素子の液晶分子配向(a)と、偏光状態の変化(b)を示す図である。

第5図は、本発明の反射タイプの液晶表示素子の液晶分子配向(a)と、これと光学的に等価な透過タイプの液晶分子配向(b)、それに従来のNTNモードの液晶分子配向(c)を示す図である。

第6図は、コントラスト比が最大になるセル条件を示す図である。

第7図は、コントラスト比が最大になるセル条件において得られる、液晶セルの3つの光学特性(コントラスト比C.R., オン時の視感反射率Y<sub>off</sub>, 色付きの度合いΔE)を示す図である。

第8図は、ツイスト角が60度のときに、液晶セルに入射した光が反射面でほぼ直線偏光になり、高い反射率が得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第9図は、ツイスト角が0度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を

良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第17図は、ツイスト角が200度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第18図は、ツイスト角が210度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第19図は、ツイスト角が250度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第20図は、ツイスト角が255度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第21図は、ツイスト角が260度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第22図は、ツイスト角が265度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第23図は、ツイスト角が270度のときに、良好な表示コントラストが得られる、セル条件の範囲を示す図である。

第24図は、本発明の実施例1における液晶表示素子の電界オフ時と電界オン時の分光特性を示す図である。

第25図は、本発明の実施例2における液晶表示素子の電界オフ時と電界オン時の分光特性を示す図である。

第26図は、本発明の実施例3における液晶表示素子の電界オフ時と電界オン時の分光特性を示す図である。

第27図は、従来の液晶表示素子の断面図である。

第28図は、従来の液晶表示素子の電界オフ時と電界オン時の分光特性を示す図である。

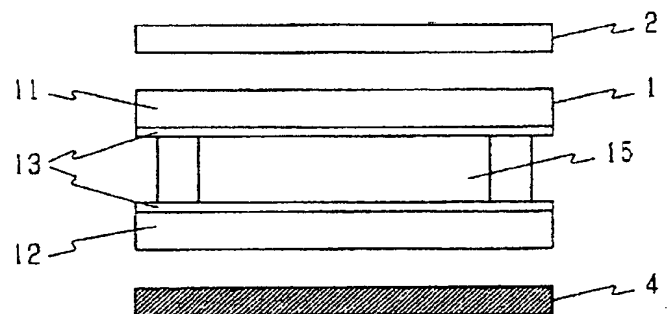
1. 液晶セル
2. 偏光板（上側）
3. 偏光板（下側）
4. 反射板

ーブ

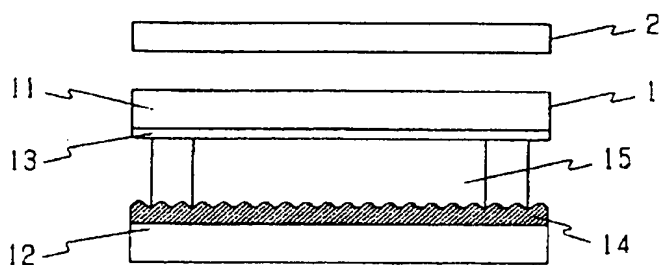
以 上

出願人 セイコーエプソン株式会社  
代理人 弁理士 鈴木喜三郎（他1名）

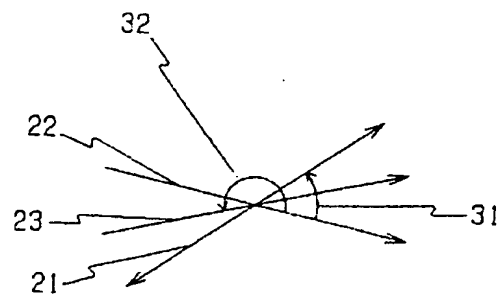
11. 上基板
12. 下基板
13. 透明電極
14. 面素電極を兼ねた反射膜
15. 液晶
16. 液晶分子
17. 液晶層の中心面
21. 偏光板2の偏光軸（吸収軸あるいは透過軸）方向
22. 上基板11のラビング方向（液晶配向方向）
23. 下基板12のラビング方向（液晶配向方向）
31. 21が22となす角度 $\theta$
32. 液晶15のツイスト角
41. 電界オフ時の反射光の分光特性
42. 電界オン時の反射光の分光特性
51. コントラスト比1: 20の等コントラストカーブ
52. コントラスト比1: 10の等コントラストカーブ
53. コントラスト比1: 5の等コントラストカーブ



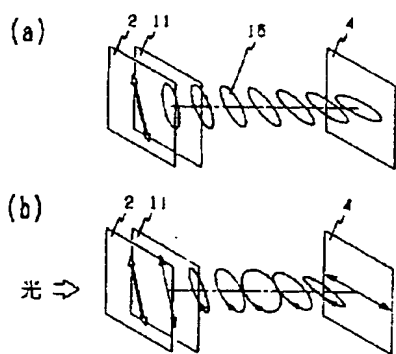
第1図



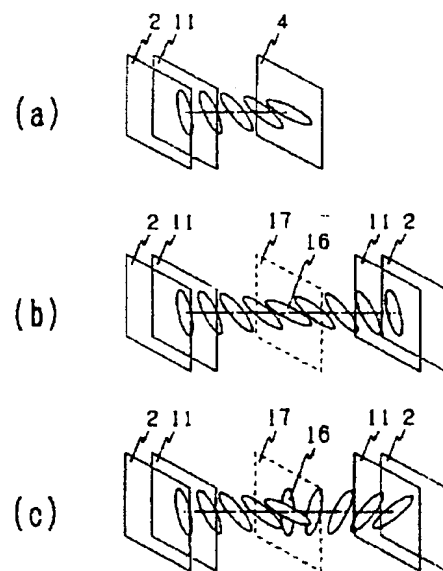
第2図



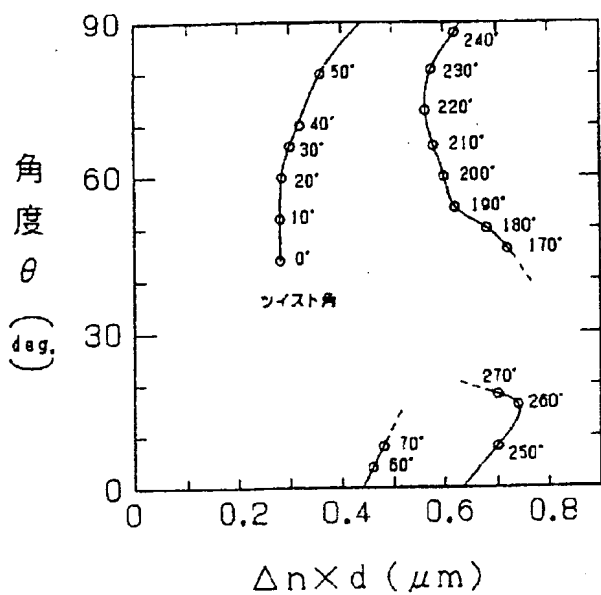
第3図



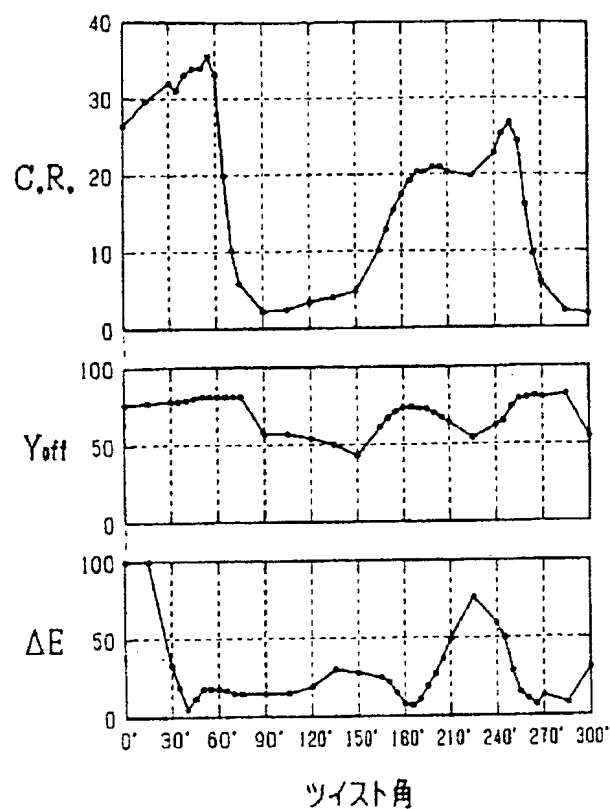
第4図



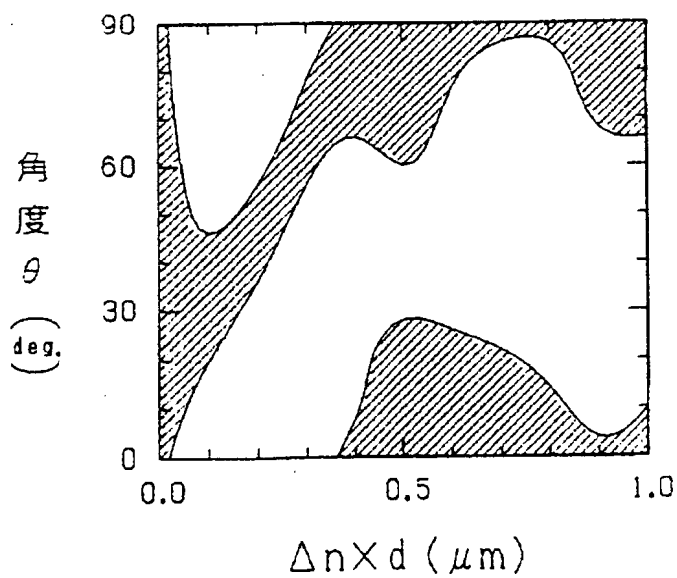
第5図



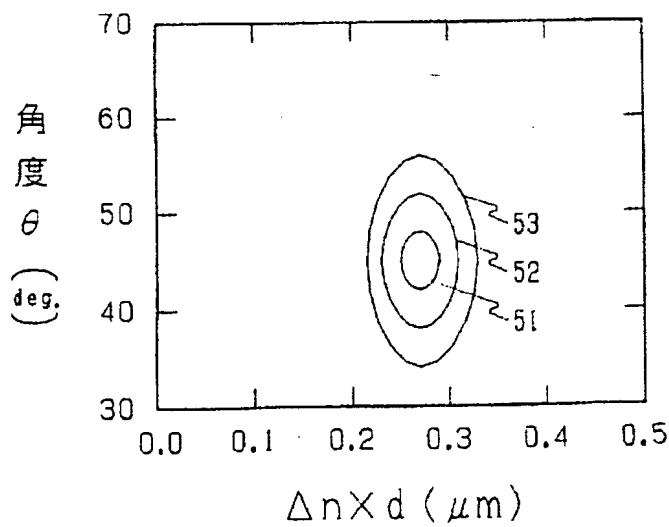
第 6 図



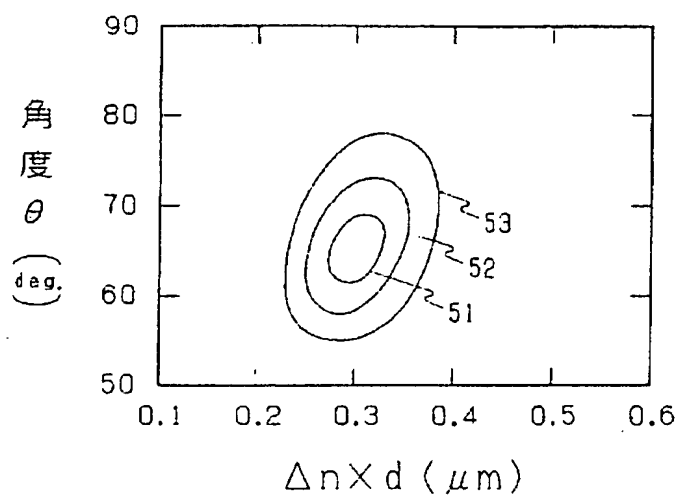
第 7 図



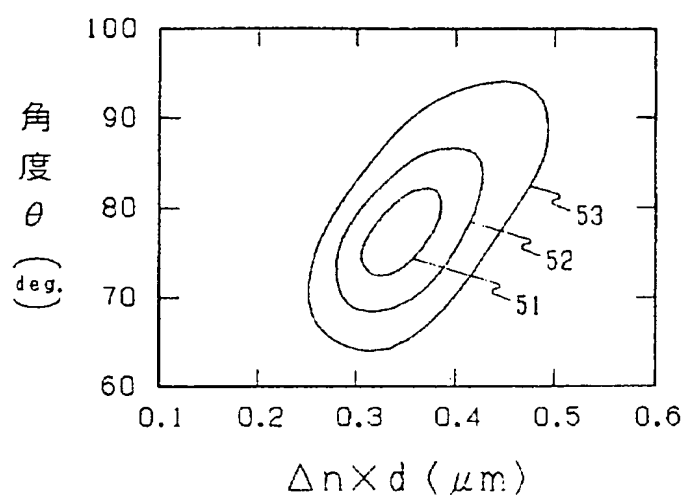
第 8 図



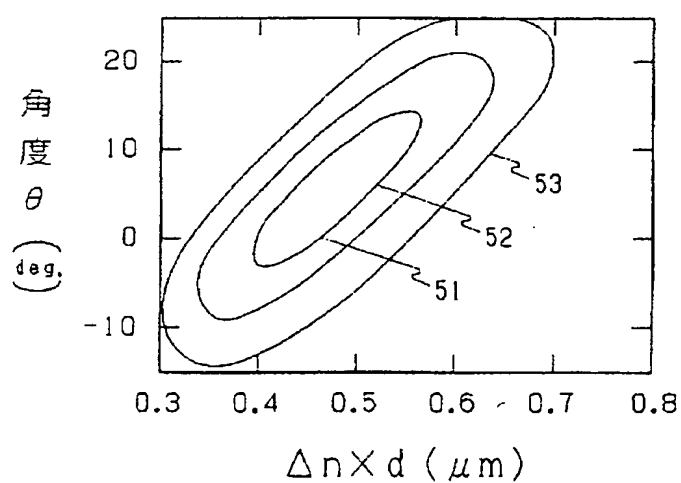
第 9 図



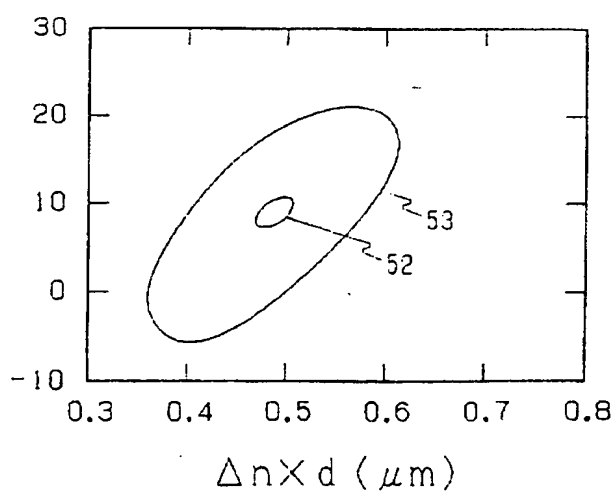
第 10 図



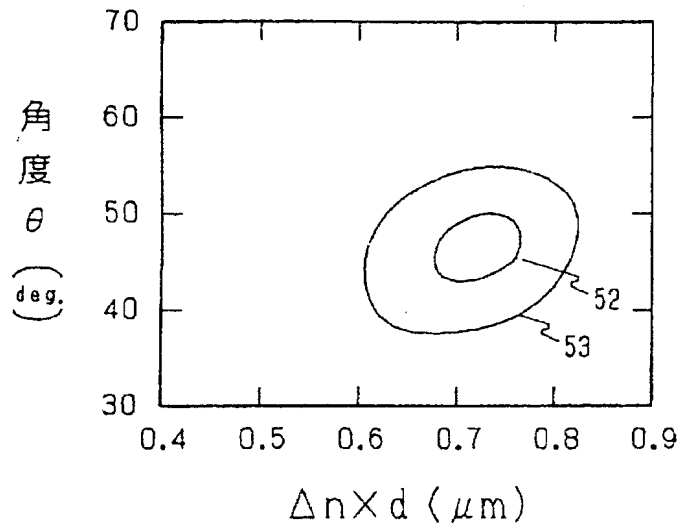
第 11 図



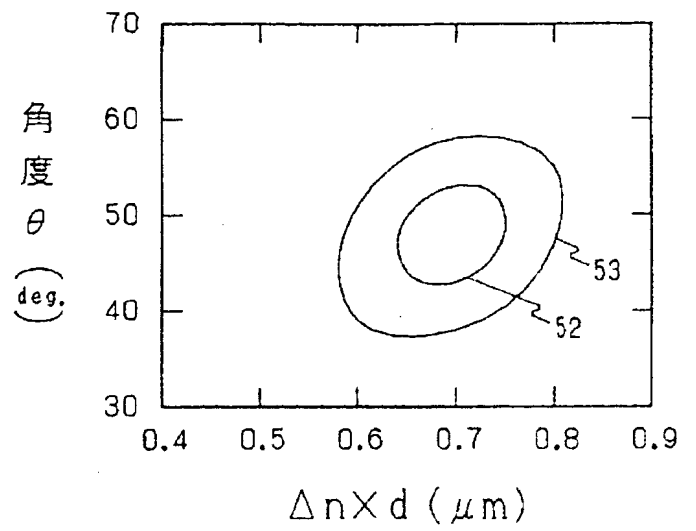
第 12 図



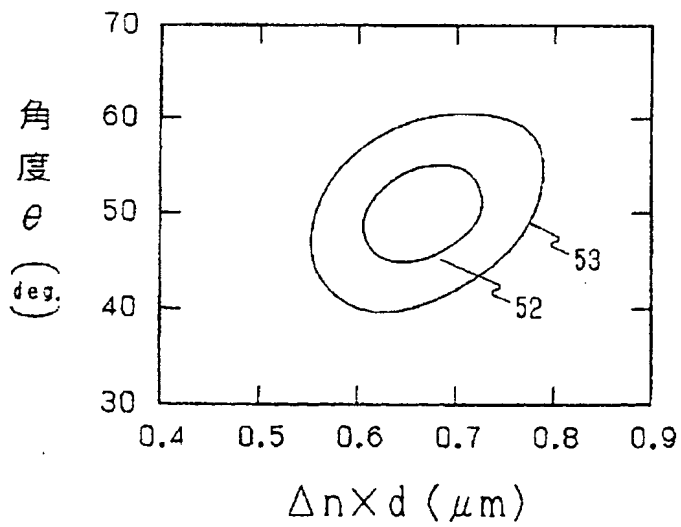
第 13 図



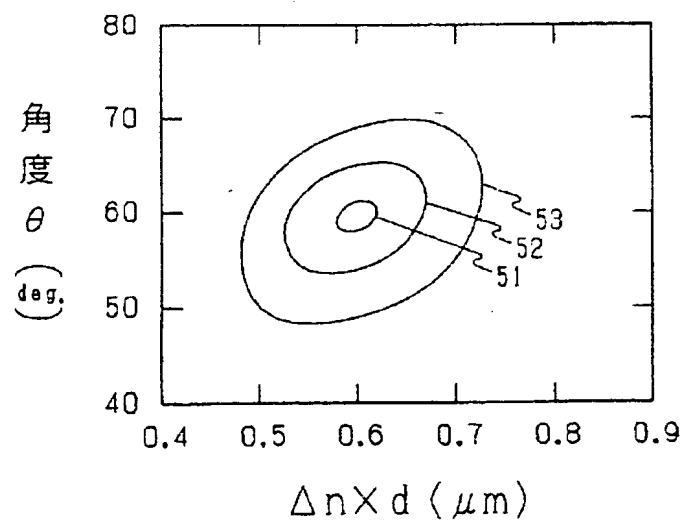
第 14 図



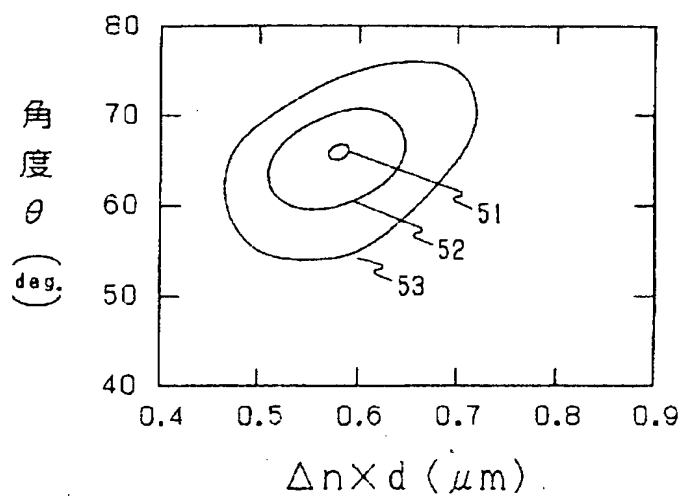
第 15 図



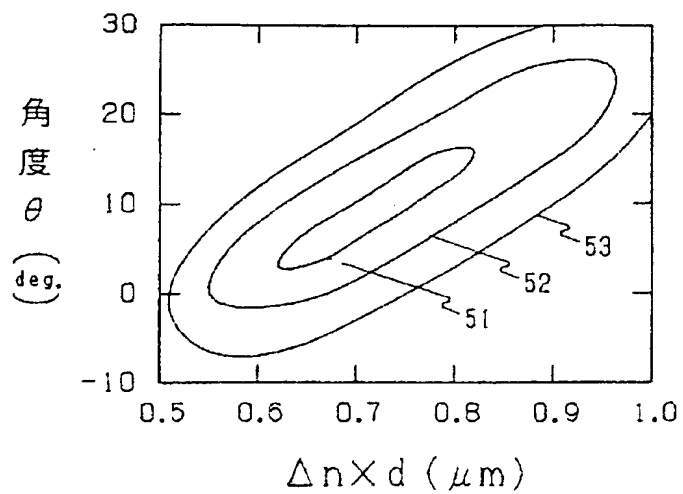
第 16 図



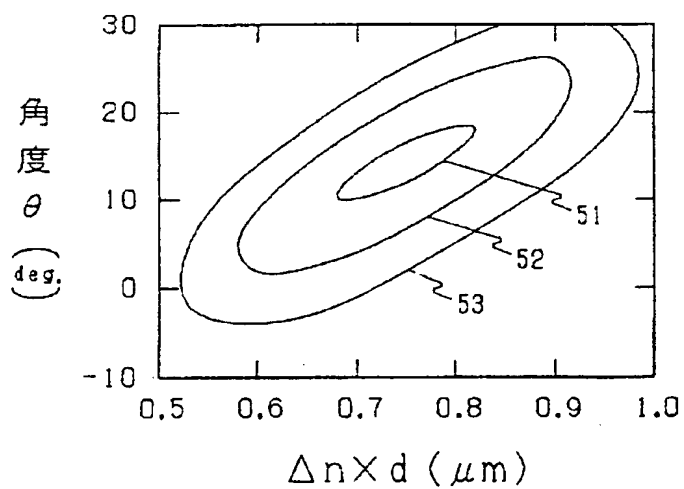
第 17 図



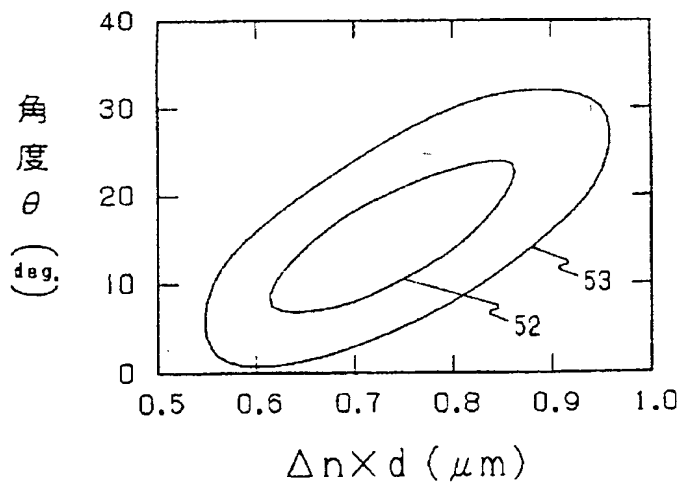
第 18 図



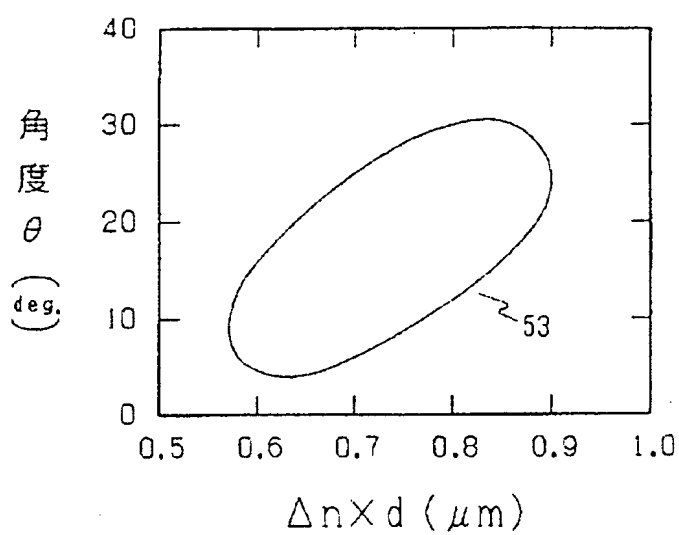
第 19 図



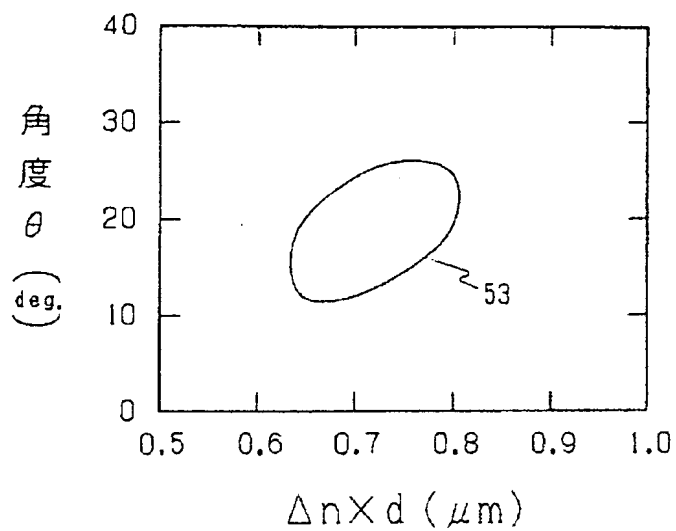
第 20 図



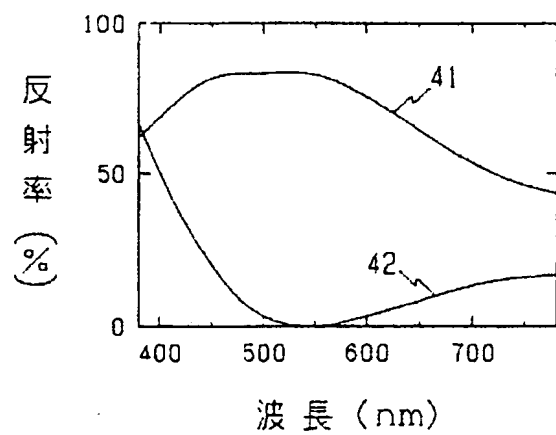
第 21 図



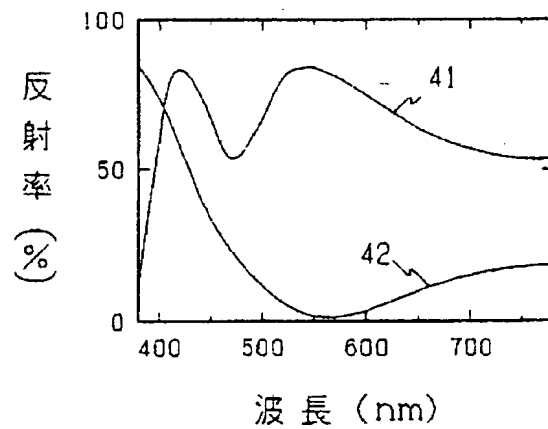
第22図



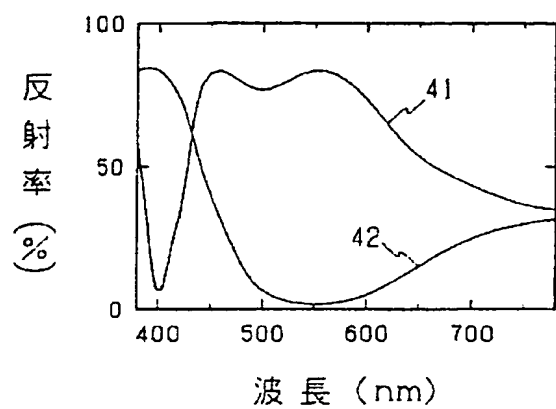
第23図



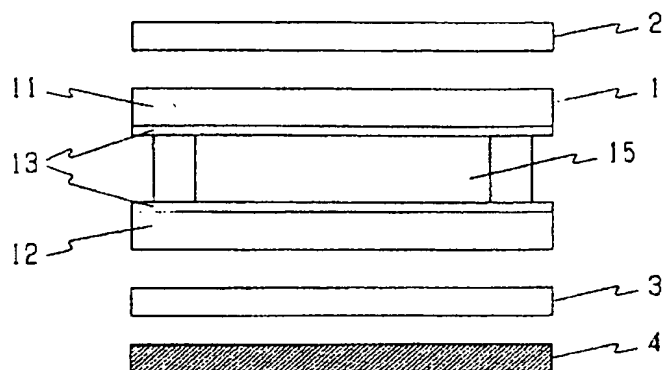
第24図



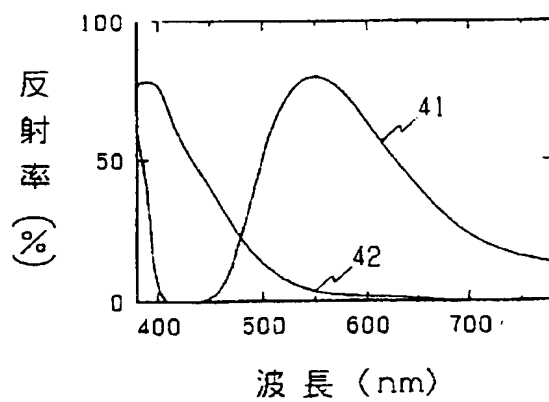
第25図



第 26 図



第 27 図



第 28 図

【公開番号】特開平3-2238719  
【公開日】平成3年(1991)10月2日  
【年通号数】公開特許公報3-2238  
【出願番号】特願平2-74149  
【国際特許分類第6版】

G02F 1/133 500  
1/137

【F I】

G02F 1/133 500  
1/137

## 手続補正書(自発)

平成9年3月24日

特許庁長官 殿

### 1. 事件の表示

平成2年 特 許 願 第74149号

### 2. 発明の名称

液晶表示素子

### 3. 補正をする者

事件との関係 出願人

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
(236) セイコーエプソン株式会社  
代表取締役 安川 英昭

### 4. 代 理 人

〒163 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号  
セイコーエプソン株式会社内  
(9338) 弁理士 鈴木 喜三郎  
連絡先 3348-8531 内線 2610 ~2615

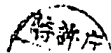


### 5. 補正の対象

明細書

### 6. 補正の内容

別 紙 の 通 り



手続補正書

1. 特許請求の範囲を別紙の如く補正する。
2. 明細書4頁10行目～第6頁3行、「本発明の～特徴とする。」とあるを以下の如く補正する。  
「本発明の液晶表示素子は、対向する一対の基板間に液晶層を挟持してなる液晶セルと、一方の前記基板側のみに配置された偏光手段と、他方の前記基板側に配置された反射板とを備えた液晶表示素子において、前記偏光手段を介して前記液晶セルに入射した光が前記反射板の反射面ではほぼ直線偏光となるように、前記液晶層が設定されてなることを特徴とする。また、少なくとも前記一方の基板表面に、0.1μm以上2.0μm以下の段差が形成されてなることを特徴とする。」  
また、前記一方の基板表面に、前記反射板が形成されてなることを特徴とする。」

以 上

代理人 鈴木喜三郎

特許請求の範囲

(1) 対向する一片の基板間に液晶層を挟持してなる液晶セルと、一方の前記液晶層のみに配置された偏光手段と、他方の前記基板側に配置された反射板とを備えた液晶表示素子において、

前記偏光手段を介して前記液晶セルに入射した光が前記反射板の反射面ではほぼ直線偏光となるように、前記液晶層が設定されてなることを特徴とする液晶表示素子。

(2) 少なくとも前記一方の基板表面に、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $2.0\mu\text{m}$ 以下の段差が形成されてなることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

(3) 前記一方の基板表面に、前記反射板が形成されてなることを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**